

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-23172

(P2000-23172A)

(43) 公開日 平成12年1月21日(2000.1.21)

(51) Int. Cl.⁷

識別記号

FI

メモト* (参考)

H04N 9/07

H04N 9/07

A

5C065

審査請求 未請求 請求項の数 4 OL (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-184676

(22) 出願日 平成10年6月30日(1998. 6. 30)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 歌川 健

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式
会社ニコン内

(74) 代理人 100072718

弁理士 古谷 史旺 (外1名)

Fターム (参考) 5C065 AA01 BB13 CC01 DD01 DD17

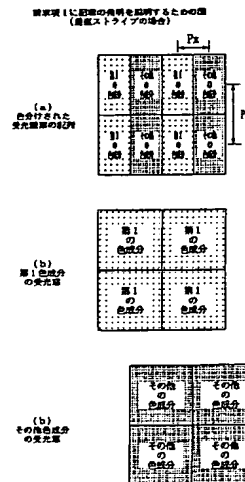
EE05 EE06 EE14 GG13

(54) 【発明の名称】 撮像装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、光像を撮像する撮像装置に関し、2板式撮像装置と同等程度の撮像画質を、単板の撮像素子を用いて実現することを目的とする。

【解決手段】 光像をぼかす光学ローパスフィルタと、光学ローパスフィルタを通過した光像を、複数色の色配列を介して色分けするカラーフィルタと、カラーフィルタを通過した光像を、受光面に配列された複数の受光画素で撮像する撮像手段とを備えた撮像装置において、撮像手段は、受光画素の水平ピッチを P_x とし、垂直ピッチを P_y としたとき、 P_y は P_x の略2倍に設定されており、カラーフィルタは、受光画素の配列に区画を合わせて、第1色成分を(水平1つおきの垂直ストライプ)もしくは(市松模様)に配置し、その他の色成分を残りの位置に配置した色配列からなり、光学ローパスフィルタは、光像を、水平ピッチ P_x と略等しい距離だけ水平方向にぼかすフィルタであることを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光像の空間周波数の高域成分をぼかす光学ローパスフィルタと、

前記光学ローパスフィルタを通過した光像を、複数色の色配列を介して色分けするカラーフィルタと、

前記カラーフィルタを通過した光像を、受光面に配列された複数の受光画素で撮像する撮像手段とを備えた撮像装置において、

前記撮像手段は、

前記受光画素の水平ピッチを P_x とし、垂直ピッチを P_y としたとき、 P_y は P_x の略2倍に設定されてなり、

前記カラーフィルタの色配列は、

前記受光画素の配列に区画を合わせて、第1色成分を（水平1つおきの垂直ストライプ）もしくは（市松模様）に配置し、その他の色成分を残りの位置に配置してなり、

前記光学ローパスフィルタは、

光像を、前記水平ピッチ P_x と略等しい距離だけ水平方向にぼかすフィルタであることを特徴とする撮像装置。

【請求項2】 請求項1に記載の撮像装置において、前記撮像手段は、

前記受光画素の1つ分が、ピッチ P_x で2次元配列された受光素子2つ分から構成されてなることを特徴とする撮像装置。

【請求項3】 請求項1に記載の撮像装置において、前記カラーフィルタの色配列は、

前記受光画素のピッチの短い方向（水平方向）の同一行内に、前記色成分の全種類が配置されてなることを特徴とする撮像装置。

【請求項4】 請求項3に記載の撮像装置において、前記色配列から前記第1の色成分を除くと、その他の各色成分はいずれも市松状の配列をなすことを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光像を撮像する撮像装置に関する。さらに詳しくは、2板式撮像装置と同等程度の撮像画質を、単板の撮像素子を用いて実現するための技術に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、撮像性能の向上を目的として、2板式の撮像装置が提案されている。図10は、この種の2板式撮像装置を示す説明図である。図10において、撮影光学系の光軸上に、ダイクロイックプリズム71が配置される。このダイクロイックプリズム71は、入射光をG成分とRB成分とに分岐する。

【0003】G成分の分岐先には、G専用の撮像素子72が配置される。一方、RB成分の分岐先には、R成分とB成分の色配列からなるカラーフィルタ74が配置される。このカラーフィルタ74の直後に、RB用の撮像

素子73が配置される。このような構成により、2板式撮像装置では、専用の撮像素子72を用いて、比視感度の最も高いG成分を高解像度で撮像する。

【0004】その上、撮像素子72の受光面全域はG成分の受光画素でカバーされるので、偽色やモアレなどは発生しづらくなる。また、図10に示すように、撮像素子72の画素位置と撮像素子73の画素位置とを空間的にずらして配置することにより、撮像画像の解像度を実質的に高めることも可能となる。これらの理由から、2板式撮像装置では、人間の視覚に適合してバランスの良い、良質な撮像画質を得ることができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述した2板式の撮像装置では、入射光を分岐するためにダイクロイックプリズム71などの大型の光学素子を配置する。そのため、光学系が複雑かつ大型化するという問題点があった。また、2つの撮像素子72、73の画素位置を高精度に調整しなければならず、組み立て工程に手間がかかるという問題点があった。

【0006】そこで、請求項1～4に記載の発明では、上述した問題点を解決するために、2板式撮像装置と同等程度の撮像画質を単板の撮像装置で実現することを目的とする。特に、請求項2に記載の発明では、正方面素の撮像素子を使用可能な撮像装置を提供することを目的とする。また、請求項3、4に記載の発明では、色成分の補間処理に適した撮像装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】（請求項1）請求項1に記載の発明は、光像の空間周波数の高域成分をぼかす光学ローパスフィルタと、光学ローパスフィルタを通過した光像を、複数色の色配列を介して色分けするカラーフィルタと、カラーフィルタを通過した光像を、受光面に配列された複数の受光画素で撮像する撮像手段とを備えた撮像装置において、撮像手段は、受光画素の水平ピッチを P_x とし、垂直ピッチを P_y としたとき、 P_y は P_x の略2倍に設定されてなり、カラーフィルタは、受光画素の配列に区画を合わせて、第1色成分を（水平1つおきの垂直ストライプ）もしくは（市松模様）に配置し、その他の色成分を残りの位置に配置した色配列からなり、光学ローパスフィルタは、光像を、水平ピッチ P_x と略等しい距離だけ水平方向にぼかすフィルタであることを特徴とする。

【0008】このような構成では、撮像手段の受光画素が、アスペクト比 $P_x : P_y$ （ $\approx 1 : 2$ ）に設定される。この撮像手段の手前には、図1（a）もしくは図2（a）に示すような色配列からなるカラーフィルタが配置される。ここで、図1（a）は、第1色成分を垂直ストライプ状に配置した場合の色配列である。また、図2（a）は、第1色成分を市松模様状に配置した場合の色

配列である。このような色配列により、撮像手段の受光画素は、水平1画素おきに、第1色成分用と、その他の色成分用とに割り当てられる。

【0009】さらに、カラーフィルタの手前には、水平ピッチ P_x と略等しい距離だけ水平方向に光像をぼかす光学ローパスフィルタが配置される。この光学ローパスフィルタのぼかし作用により、色配列の1区画分には、2区画分の光が混ざって入射する。そのため、受光画素1つ分が受光する範囲（以下「受光窓」という）は、水平方向（すなわち短辺の方向）に倍程度に引き延ばされ、ほぼ正方形の範囲となる。

【0010】その結果、第1色成分用の受光窓は、図1(b)または図2(b)に示すように隣接区画まで広がり、受光面のほぼ全体を埋め尽くす。また、その他の色成分用の受光窓も、図1(c)または図2(c)に示すように隣接区画まで広がり、受光面のほぼ全体を埋め尽くす。このような図1に示した受光窓の配列パターンは、従来例（図10）の画素パターンと同様となるので、2板式撮像装置と同等程度の撮像画質を、単板の撮像素子を用いて簡易に実現することが可能となる。

【0011】図2に示す受光窓の配列パターンにおいても、従来例（図10）の画素パターンとよく似た配列となるので、この場合も、2板式撮像装置と同等程度の撮像画質を、単板の撮像素子を用いて簡易に実現することが可能となる。また、「第1色成分用の受光窓」と「その他の色成分用の受光窓」とは、図1または図2に示すように、水平方向にピッチ P_x だけずれる。そのため、2板式撮像装置において空間画素ずらしを行った場合とほぼ同様の効果を得ることも可能となる。

【0012】（ちなみに、撮像画質を完全に同等とするためには、撮像手段の水平解像度を従来例の倍程度に増やす必要がある。しかしながら、撮像手段の解像度は年々向上しているため、旧型の2板式撮像装置と完全に同等な撮像画質を、本発明の単板構成で実現することは非常に容易である。）

さらに、光像中の第1色成分は、水平垂直方向にほぼ同一ピッチで配置された受光窓によって二次元標本化が行われる。そのため、画像信号の第1色成分については、複雑なアスペクト変換などの処理を経ることなく、正方面素の信号を容易に得ることが可能となる。したがって、正方面素の信号を扱うことの多いコンピュータ関連分野において特に好適な撮像装置を実現することができる。

【0013】なお、本願では「水平」「垂直」という言葉を使用している。しかしながら、これらは互いの相対的な向きを意味する言葉であり、光像や装置の絶対的な方向（撮像素子の走査方向など）に対応付けて意味を限定するものではない。また、本願では「 P_x と略等しい距離だけぼかす」という平易な表現を使用している。これを詳しく言えば、元の光像に対してほぼ P_x ずらした

光像を重ねる程度の空間周波数特性を有するという意味である。

【0014】一般に、複屈折を使用した光学ローパスフィルタの場合は、単純に光像をずらして重ねるので、上記の意味にそのまま当てはめればよい。一方、位相格子などを使用した光学ローパスフィルタの場合は、高次の成分や光のにじみ（いわゆるハロー）などが生じるため、単純に2つの光像を重ねているとは言えない。しかしながら、このような場合も、空間周波数特性のゼロ点を $1/(2P_x)$ 近傍に配したり、またはローパス特性の肩部分を同じにするなどのフィルタ設計を行うことにより、「元の光像に対してほぼ P_x ずらした光像を重ねる程度の空間周波数特性」を実現することができ

る。
【0015】（請求項2）請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の撮像装置において、撮像手段は、受光画素の1つ分が、ピッチ P_x で2次元配列された受光素子2つ分から構成されてなることを特徴とする。このような構成により、正方面素で構成された一般的な撮像素子を本発明に使用することが可能となる。

【0016】（請求項3）請求項3に記載の発明は、請求項1に記載の撮像装置において、前記カラーフィルタの色配列は、前記受光画素のピッチの短い方向（水平方向）の同一行内に、前記色成分の全種類が配置されてなることを特徴とする。図1もしくは図2に示すように、第1色成分の受光窓と、その他の色成分の受光窓とでは、水平ラインの位相を一致させることができる。したがって、水平1行の中に色成分の全種類を予め揃えておくことにより、水平1行ごとに全種類の色成分の情報を得ることが可能となる。その結果、簡易な水平方向の画像処理によって全種類の色成分を推定（例えば補間など）することが可能となる。

【0017】（請求項4）請求項4に記載の発明は、請求項3に記載の撮像装置において、前記色配列から前記第1の色成分を除くと、その他の各色成分がいずれも市松状の配列をなすことを特徴とする。このような色配列を採用することにより、その他の各色成分の受光窓は、いずれも市松状に配置される。したがって、その他の各色成分については、隣接する水平2行分を用いて、水平1行分の色情報をほぼ完全に復元することが可能となる。その結果、簡易な二次元の画像処理を用いてその他の各色成分を一層正確に推定（例えば補間）することが可能となる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づいて、本発明における実施の形態を説明する。

【0019】（第1の実施形態）第1の実施形態は、請求項1～4に対応する実施形態である。また、第1の実施形態は、図1に示す色配列に該当する実施形態である。図3は、第1の実施形態の装置構成を示す説明図で

ある。図3において、撮影光学系11の光軸に沿って、光学ローパスフィルタ12、カラーフィルタ13および撮像素子14が順番に配置される。

【0020】この撮像素子14は正方画素の撮像素子であり、受光面上にピッチ P_x で受光素子16が2次元配列される。この受光素子16の垂直列の間には、CCDラインやMOSスイッチ群などからなる垂直転送ライン17が配置される。また、これら垂直転送ライン17の出力端に沿って、水平転送ライン18が配置される。この水平転送ライン18の出力端には、出力アンプ19が接続される。

【0021】また一方、撮像画像の画素単位である受光画素15は、受光素子16の垂直2つ分から構成される。その結果、受光画素15の1つ分は、アスペクト比 $P_x : P_y = 1 : 2$

に設定される。カラーフィルタ13は、個々の受光画素15に位置を合わせて細分され、RGB3色にそれぞれ色分けされる。ここで、受光画素15の奇数行は「GRGB \cdots 」に色分けされ、偶数行は「GBGR \cdots 」に色分けされる（この色配列を「ストライプ配列の変形A」という）。

【0022】光学ローパスフィルタ12は、水晶などを所定軸に沿って切り出した光学素子であり、正常光線および異常光線の複屈折作用を利用して、光像を距離 Δx だけ水平方向にぼかす（ずらす）フィルタである。この距離 Δx は、光学ローパスフィルタ12の厚さを調整することにより、受光画素15の水平ピッチ P_x に等しく設定される。

【0023】（本発明と第1の実施形態との対応関係）ここで、請求項1～4に記載の発明と第1の実施形態との対応関係については、光学ローパスフィルタは光学ローパスフィルタ12に対応し、カラーフィルタはカラーフィルタ13に対応し、撮像手段は撮像素子14に対応する。

【0024】（第1の実施形態の動作）以下、第1の実施形態の動作について説明する。図4は、第1の実施形態の動作を説明する図である。撮影光学系11の結像作用により、像空間側に光像が形成される。光学ローパスフィルタ12は、この光像を複屈折して、水平方向に P_x だけぼかす。このようにぼかされた光像は、カラーフィルタ13を介して3原色に色分けされた後、撮像素子14の受光面に投影される。このとき、受光面上では、受光素子16の個々に、明るさに応じた画素出力（具体的には信号電荷や光電圧や光電流など）が発生する。ここで、例えば（1）～（4）のいずれかの過程を経ることにより、垂直2つ分の画素出力が加算される。

【0025】（1）受光素子16から垂直転送ライン17に画素出力を転送する際、垂直2つ分の画素出力を加算する。

【0026】（2）垂直転送ライン17の転送開始後、

転送ライン上で垂直2つ分の画素出力を加算する。

【0027】（3）垂直転送ライン17から、水平転送ライン18に画素出力を転送する際に、垂直2つ分の画素出力を加算する。

【0028】（4）水平転送ライン18の出力端において、もしくは出力アンプ19の出力後において、信号処理によって垂直2つ分の画素出力を加算する。このようないずれかの加算処理により、図3に示すような長方形状の受光画素15を画素の1単位とした、画素出力が生成される。ところで、受光面の手前には光学ローパスフィルタ12が配置され、図4（b）に示すように、光像を水平方向に P_x だけぼかす。そのため、色配列の1区画には水平2区画分に相当する光が混ざって入射する。したがって、受光画素15の受光窓は、図4（c）に示すように水平方向に倍程度引き延ばされる。

【0029】その結果、G成分用の受光窓は、受光面のほぼ全体を単独でカバーする。また、R成分の受光窓も、受光面のほぼ全体をカバーする。またこのとき、「G成分用の受光窓」と「R成分用の受光窓」とは、水平方向に半位相だけずれる。このような受光窓の配列は、2板式撮像装置の従来例（図10）とよく似た配列となる。

【0030】（第1の実施形態における空間周波数特性について）次に、G成分における偽色やモアレの低減効果を、空間周波数の観点から説明する。図5（a）は、光学ローパスフィルタ12の空間周波数特性を示す図である。本図に示すように、水平周波数 $[1/(2P_x)]$ を中心としたトラップ特性を示す。

【0031】また、受光面上では、光像が、受光画素15の受光領域（横 P_x 、縦 P_y ）ごとに平均化される。図5（b）は、この平均化処理における空間周波数特性を示す図である。本図に示されるように、水平周波数 $[1/P_x]$ および垂直周波数 $[1/P_y]$ を中心としたトラップ特性を示す。図5（c）は、上述した2つの特性を合成して求めた空間周波数特性である。本図に示されるように、水平周波数 $[1/(2P_x)]$ および垂直周波数 $[1/P_y]$ の近傍の空間周波数成分が強く抑制される。

【0032】このときG成分の画像信号は、水平ピッチ $[2P_x]$ 、垂直ピッチ $[P_y]$ で2次元標準化されるため、図6（a）に示すような折り返し雑音（図6中の点線部分）が発生する。しかしながら、原信号（図6中の斜線部分）の高域成分は、上述した図5（c）の特性で予め抑制されている。そのため、原信号の低域部分に折り返し雑音が発生することが少なく、G成分の偽色やモアレを的確に抑制することが可能となる。

【0033】（第1の実施形態の効果など）以上説明したように、受光窓の色配列は、従来例（図10）における受光画素の色配列とよく似た配列となる。したがって、2板式撮像装置と同等程度の撮像画質を、単板の撮

像装置を用いて簡易に実現することが可能となる。また、第1の実施形態では、長方形の受光画素15の1つ分を、正方形の受光画素16の垂直2つ分で構成する。そのため、長方面素からなる特殊な撮像素子を使用することなく、一般的な正方面素の撮像素子14を流用することが可能となる。

【0034】また特に、第1の実施形態では、光像を水平方向にPxだけ丁度ぼかしている。そのため、受光窓の配列に隙間や重なりが一切生じない。したがって、受光窓の開口率を最大限に高めつつ、撮像画像の解像度も最大限に高めることが可能となる。さらに、第1の実施形態では、水平1行分の受光窓から、RGB全ての色情報を得ることができる。したがって、簡易な水平方向の画像処理を用いてG成分と同位相のRB成分をもれなく推定することができる（なお、処理の具体例については、第6の実施形態に詳述する）。

【0035】また、第1の実施形態では、「R成分の受光窓」および「B成分の受光窓」がそれぞれ市松模様状に形成される。したがって、隣接する水平2行分の色情報から、水平1行分のR成分およびB成分をほぼ完全に復元することも可能となる（なお、処理の具体例については、第6の実施形態に詳述する）。次に、別の実施形態について説明する。

【0036】（第2の実施形態）第2の実施形態は、請求項1～3に記載の発明に対応する実施形態である。また、第2の実施形態は、図1に示す色配列に該当する実施形態である。図7（a）は、第2の実施形態の説明図である。第2の実施形態は、カラーフィルタの色配列を「GRGBGRGB・・・」からなる垂直ストライプにした場合の実施形態である。

【0037】このような色配列においても、水平方向にPxだけ光像をぼかすことにより、G成分用の受光窓で、受光面のほぼ全体をカバーすることが可能となる。また、RB成分用の受光窓についても、受光面のほぼ全体を縦ストライプ状にカバーすることが可能となる。このように、受光窓の配列構成は、従来例（図10）における配列構成とよく似た構成となる。したがって、2板式撮像装置と同等程度の撮像画質を、第3の実施形態に示す単板の撮像装置を用いて簡易に実現することが可能となる。さらに、第2の実施形態では、水平1行分の受光窓から、RGB全ての色情報を得ることができる。したがって、簡易な水平方向の画像処理を用いてG成分と同位相のRB成分をもれなく推定することが可能となる。

【0038】（第3の実施形態）第3の実施形態は、請求項1、2に記載の発明に対応する実施形態である。また、第3の実施形態は、図1に示す色配列に該当する実施形態である。図7（b）は、第3の実施形態の説明図である。第3の実施形態は、カラーフィルタの色配列を、奇数行について「GRGR・・・」とし、偶数行につ

いて「GBGB・・・」とした場合の実施形態である（この色配列を「ストライプ配列の変形B」という）。

【0039】このような色配列においても、水平方向にPxだけ光像をぼかすことにより、G成分用の受光窓で、受光面のほぼ全体をカバーすることが可能となる。また、RB成分用の受光窓についても、受光面のほぼ全体をカバーすることが可能となる。このように、受光窓の配列構成は、従来例（図10）における配列構成と全く同一となる。したがって、2板式撮像装置と同等程度の撮像画質を、第3の実施形態に示す単板の撮像装置を用いて簡易に実現することが可能となる。

【0040】（第4の実施形態）第4の実施形態は、請求項1、2に記載の発明に対応する実施形態である。また、第4の実施形態は、図2に示す色配列に該当する実施形態である。図7（c）は、第4の実施形態の説明図である。第4の実施形態は、カラーフィルタの色配列をベイヤー配列とした場合の実施形態である。

【0041】このような色配列においても、水平方向にPxだけ光像をぼかすことにより、G成分用の受光窓を斜め格子に並べて、受光面のほぼ全体をカバーすることが可能となる。また、RB成分用の受光窓についても、受光面のほぼ全体をカバーすることが可能となる。

【0042】このように、受光窓の配列構成は、従来例（図10）における配列構成とよく似た構成となる。したがって、2板式撮像装置と同等程度の撮像画質を、第4の実施形態に示す単板の撮像装置を用いて簡易に実現することが可能となる。さらに、第4の実施形態に特有な効果としては、G成分用の受光窓を斜め格子に構成できる点である。このようにG成分用の受光窓を斜め格子に構成することにより、G成分の解像度を実質的に高めることが可能となる。

【0043】（第5の実施形態）第5の実施形態は、請求項1～3に記載の発明に対応する実施形態である。また、第5の実施形態は、図2に示す色配列に該当する実施形態である。図7（d）は、第5の実施形態の説明図である。第5の実施形態は、カラーフィルタの色配列を、奇数行について「GRGB・・・」とし、偶数行について「RGBG・・・」とした場合の実施形態である。

【0044】このような色配列においても、水平方向にPxだけ光像をぼかすことにより、G成分用の受光窓を斜め格子に並べて、受光面のほぼ全体をカバーすることが可能となる。また、RB成分用の受光窓についても、受光面のほぼ全体をカバーすることが可能となる。

【0045】このように、受光窓の配列構成は、従来例（図10）における配列構成とよく似た構成となる。したがって、2板式撮像装置と同等程度の撮像画質を、第5の実施形態に示す単板の撮像装置を用いて簡易に実現することが可能となる。また、第5の実施形態では、水平1行分の受光窓から、RGB全ての色情報を得ることができる。したがって、簡易な水平方向の画像処理を用

いてG成分と同位相のR B成分をもれなく推定することができるさらに、第5の実施形態に特有な効果としては、G成分用の受光窓を斜め格子に構成できる点である。このようにG成分用の受光窓を斜め格子に構成することにより、G成分の解像度を実質的に高めることが可能となる。次に、別の実施形態について説明する。

【0046】（第6の実施形態）第6の実施形態は、上述した第1～3の実施形態に適したR B成分の補間処理の一例を具体的に示す実施形態である。ここでは、デジタルスチルカメラの出力などを想定して、各正方面素の位置においてR G B値が全て揃った画像出力を生成する場合について説明する。

【0047】まず、これら第1～3の実施形態では、図8(a)に示すように、G成分の受光窓が縦横同一ピッチで形成される。したがって、G成分の画素出力をそのまま取り出すことにより、正方面素かつ高解像度からなるG成分の信号を直に生成することができる。一方、R B成分については、G成分の信号と同位相の信号を直に生成することができないため、補間処理が必要となる。このとき、留意すべき点は、第1～3の実施形態では、G成分の受光窓とR B成分の受光窓が、水平方向に半位相ずれているが、垂直方向にはずれていない点である。

【0048】最初に、第1の実施形態の色配列に好適な補間処理について示す。ここでは、より良質な補間結果を得るため、次のように水平方向と垂直方向との補間処理を区別して行う。まず第1段階として、図8(a)に示す位置(i, j)におけるG成分G(i, j)に関して、水平方向もしくは垂直方向のいずれに類似度が高いかを判定する。G成分の類似度を求める第1の方法としては、下式に示す垂直方向の曲率P_tと、水平方向の曲率P_yとを求める方法がある。

$$【0049】 P_t(i, j) = |2 \cdot G(i, j) - G(i, j-1) - G(i, j+1)|$$

$$P_y(i, j) = |2 \cdot G(i, j) - G(i-1, j) - G(i+1, j)|$$

この場合、曲率の小さい方向に類似度が高いと考えられる。したがって、P_t(i, j) ≥ P_y(i, j) ならば水平方向に類似性が高いと判定し、それ以外ならば垂直方向に類似性が高いと判定する。また、G成分の類似度を求める第2の方法としては、下式に示す垂直方向の相関度に関する量C_tと、水平方向の相関度に関する量C_yとを求める方法がある。

$$【0050】 C_t(i, j) = |G(i, j) - G(i, j-1)| + |G(i, j) - G(i, j+1)|$$

$$C_y(i, j) = |G(i, j) - G(i-1, j)| + |G(i+1, j) - G(i, j)|$$

この場合、相関度に関する量の小さい方向に類似度が高いと考えられる。したがって、C_t(i, j) ≥ C_y(i, j) ならば水平方向に類似性が高いと判定し、そ

れ以外ならば垂直方向に類似性が高いと判定する。なお、相関度に関する量C_t、C_yについては、上式に限らず、例えば次式から求めることも可能である。

$$【0051】 C_t(i, j) = |G(i, j) - G(i, j-1)| + |G(i-1, j) - G(i-1, j-1)|$$

$$C_y(i, j) = |G(i, j) - G(i-1, j)| + |G(i, j-1) - G(i-1, j-1)|$$

次に第2段階として、上記のような類似度の判定に応じて、下記(1)、(2)の補間処理のどちらかを選択的に実行する。

【0052】(1) 水平方向の類似度が高いと判定された場合

元々、G行とR B行は、図8(b)に示すように、垂直位相が一致する。したがって、水平方向の類似度が高い場合は、水平並びの中でG(i, j)に最も近接するR B成分R₀、B₀を選択して、

$$R'(i, j) = R_0$$

$$B'(i, j) = B_0$$

とすることにより、位置(i, j)の補間信号R'(i, j)、B'(i, j)を、高精度に求めることが可能となる。

【0053】(2) 垂直方向の類似度が高いと判定された場合

この場合、G行とR B行の水平位相がずれているため、R同士もしくはB同士の単純な垂直補間では位置(i, j)の補間信号R'、B'を求めることが出来ない。しかしながら、第1の実施形態の色配列では、R B成分の受光窓がそれぞれ市松状に形成されるため、垂直方向の類似度が高い場合は、水平行内のR B成分の空き位置を、上下いずれかの水平行の同色成分で代用することが可能となる。

【0054】そこで、図8(c)に示すG(i, j)に左隣接するR₀位置のB成分を垂直類似度の高さからB₁で代用する。また、G(i, j)に右隣接するB₀位置のR成分を垂直類似度の高さからR₁で代用する。このような代用の後、下記のような水平補間を行うことにより、

$$R'(i, j) = (R_0 + R_1) / 2$$

$$B'(i, j) = (B_0 + B_1) / 2$$

位置(i, j)の補間信号R'(i, j)、B'(i, j)を求めることが可能となる。

【0055】以上のような補間処理を行うことにより、第1の実施形態の色配列については、特に高精度な補間処理を行うことが可能となる。一方、第2の実施形態の色配列では、R B成分の受光窓が垂直ストライプ状に形成される。そのため、上記した垂直方向の類似度が高い場合の補間処理を実行することができない。

【0056】そこで、第2の実施形態の色配列の場合は、類似度の判定を特に行わずに、水平並びの中でG

(i, j) に最も近接するRB成分R0, B0を選択して、

$$R'(i, j) = R0$$

$$B'(i, j) = B0$$

とし、位置(i, j)の補間信号R'(i, j), B'(i, j)を求める。

【0057】この場合、水平縞や水平エッジの被写体については、高精度な補間処理が可能となる。しかしながら、垂直縞や垂直エッジの被写体については、若干品質の劣った補間処理となる。また一方、第3の実施形態の色配列では、RB成分の受光窓が水平ストライプ状に形成される。この場合、1水平行内ではRGB全色が揃わず、必ずRB成分のいずれか一方が欠ける。

【0058】そのため、水平方向に類似度が高い場合、G(i, j)の左右両側に最近接する色成分については、単純な水平補間などにより高精度な補間が可能となる。しかしながら、水平行内に存在しない色成分については、単純な水平補間が実行できないため、やむを得ず、類似度が比較的低い隣接行の補間値で代用することとなる。そのため、空間周波数の高いRB成分については、十分な補間結果を得ることが困難となる。

【0059】また、垂直方向に類似度が高い場合、G(i, j)の左右両側に最近接する色成分については、単純な水平補間などによりある程度の補間が可能となる。さらに、水平行内に存在しない色成分については、類似度が比較的高い隣接行の補間値で代用することとなる。そのため、空間周波数の高いRB成分については、さほど高精度な補間結果は得られない。以上のような補間処理の説明から、カラーフィルタの色配列としては、水平行内に全種類の色成分を配置すること（請求項3の構成）が好ましいことがわかる。さらに、カラーフィルタの色配列としては、RB各成分を市松模様状に配置すること（請求項4の構成）がより一層好ましいことがわかる。

【0060】（実施形態のバリエーションについて）なお、上述した各実施形態では、解像度と受光窓の開口径とを最大限にするため、光像を水平方向にPxだけ丁度ぼかす場合について説明した。しかしながら、本発明は、これに限定されるものではない。一般的には、光像をぼかす距離Δxを水平ピッチPxに略等しくすることによって、本発明の効果を多少なりとも得ることができる。例えば、図9(a)～(c)に光学ローパスフィルタの空間周波数特性を示すように、光像をぼかす距離Δxを

$$(0.6Px) \leq \Delta x \leq (1.5Px)$$

の範囲内で設定しても、G成分の折り返し雑音を抑制することが可能となる。

【0061】なお、上述した実施形態では、光学ローパスフィルタとして、水晶などの異方性結晶を使用する場合について説明したが、本発明はこれに限定されるもの

ではない。一般的には、光像を所定距離だけぼかす光学素子であれば光学ローパスフィルタとして使用することができる。例えば、位相格子を使用した光学ローパスフィルタを使用してもよい。

【0062】また、上述した実施形態では、第1色成分としてG成分を割り当て、その他の色成分にRB成分を割り当てる場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、これらの色成分に、補色系の色を適当に割り当てたり、Y成分を割り当てるなど、様々な態様が考えられる。さらに、上述した実施形態では、カラーフィルタの色配列について数例を挙げて具体的に説明したが、本発明は、これら数例のみに限定されるものではないことは勿論である。

【0063】また、上述した実施形態では、受光画素15の1つ分を受光素子16の2つ分から構成しているが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、図3に示すように、受光画素25の1つ分を受光素子26の1つ分で構成してもかまわない。また、受光素子の3つ以上のブロックを、受光画素の1つ分としてもよい。さらに、上述した実施形態では、受光画素15を水平垂直に位相を揃えて配列する場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。一般的に、受光画素の垂直ピッチPyが水平ピッチPxの略2倍に設定されていればよい。例えば、ピッチを変えずに配列の位相をずらすことによって、受光画素を斜め格子に配列しても勿論よい。

【0064】

【発明の効果】（請求項1）請求項1に記載の発明では、第1色成分用の受光窓が、図1(b)または図2(b)に示すように、受光面のほぼ全体をカバーする。また、その他の色成分用の受光窓も、図1(c)または図2(c)に示すように、受光面のほぼ全体をカバーする。

【0065】したがって、本発明では、2板式撮像装置の従来例（図10）とよく似た画素パターンを撮像することが可能となる。その結果、2板式撮像装置と同等程度の撮像画質を、単板の撮像素子を用いて簡易に実現することが可能となる。その結果、入射光を分岐するためにダイクロイックプリズムを設ける必要がなく、光学系を単純かつ小型化することが可能となる。

【0066】また、撮像手段を複数設ける必要が特になくなり、撮像手段の間の位置調整などを省くことができ、撮像装置の組み立て工程を大幅に簡略化することが可能となる。その上、本発明では、受光画素のアスペクト比を「Px:Py=1:2」に設定する。そのため、各受光窓の形状がほぼ正形状となる。したがって、アスペクト変換などの複雑な計算処理を経ることなく、画素アスペクト比1:1の画像信号を迅速かつ簡便に生成することができる。したがって、正方面素の画像を扱うことの多いコンピュータ関連分野に最適な撮像装置を実

現することができる。

【0067】（請求項2）請求項2に記載の発明では、受光画素の1つ分を、ピッチ P_x で2次元配列された受光素子2つ分から構成する。そのため、正方面素で構成された一般的な撮像素子を本発明に使用することが可能となる。

【0068】（請求項3）請求項3に記載の発明では、水平1行の中に色成分の全種類を予め揃えておくので、水平1行ごとに全種類の色成分の情報を得ることが可能となる。その結果、水平処理のみで全種類の色成分をもれなく推定することが可能となる。

【0069】（請求項4）請求項4に記載の発明ではその他の各色成分の受光窓がいずれも市松状に配置される。そのため、隣接する水平2行分から、その他の各色成分の情報を一層正確に推定することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】請求項1に記載の発明を説明する図（垂直ストライプの場合）である。

【図2】請求項1に記載の発明を説明する図（市松模様の場合）である。

【図3】第1の実施形態の装置構成を示す説明図である。

【図4】第1の実施形態の動作を説明する図である。

【図5】第1の実施形態の動作を空間周波数の観点から

説明する図である。

【図6】第1の実施形態における折り返し雑音を説明する図である。

【図7】第2～5の実施形態を説明するための図である。

【図8】第6の実施形態を説明するための図である。

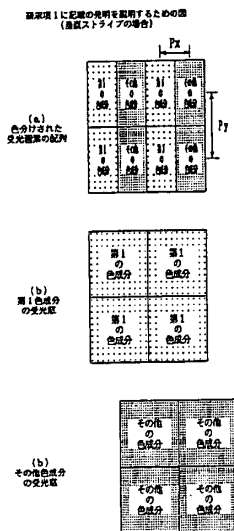
【図9】ばかし距離 Δx と空間周波数特性との関係を示した図である。

【図10】従来の2板式撮像装置を説明するための図である。

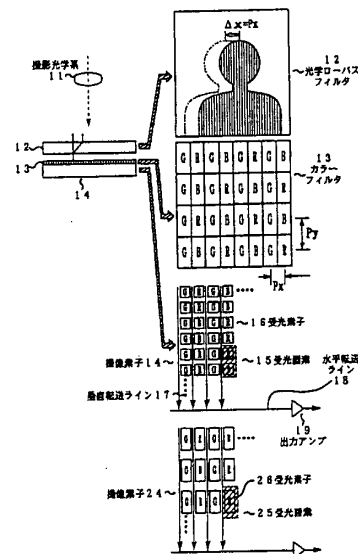
【符号の説明】

- 11 撮影光学系
- 12 光学ローパスフィルタ
- 13 カラーフィルタ
- 14 撮像素子
- 15 受光画素
- 16 受光素子
- 17 垂直転送ライン
- 18 水平転送ライン
- 19 出力アンプ
- 20
- 71 ダイクロイックプリズム
- 72 撮像素子
- 73 撮像素子
- 74 カラーフィルタ

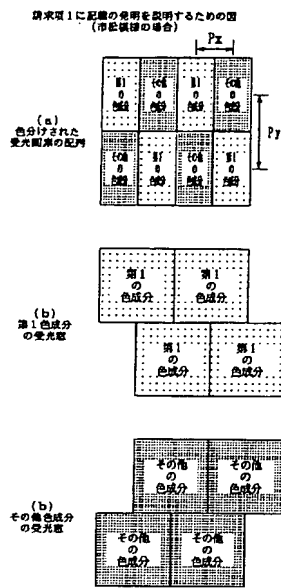
【図1】



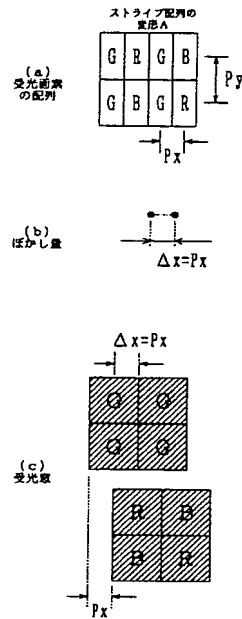
【図3】



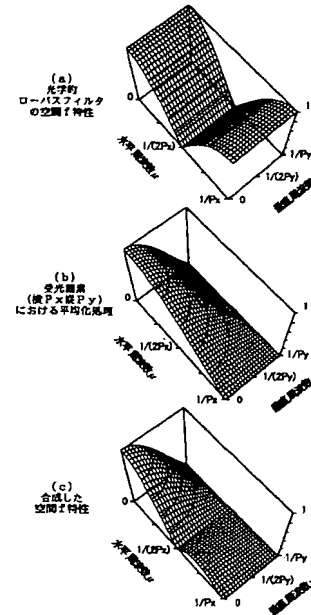
【図2】



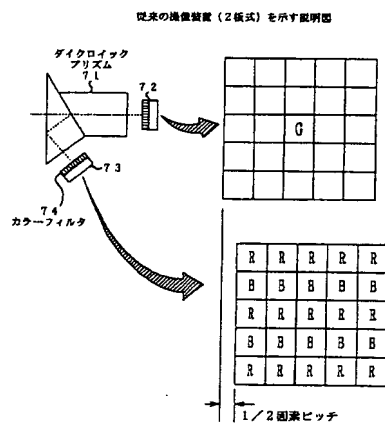
【図4】



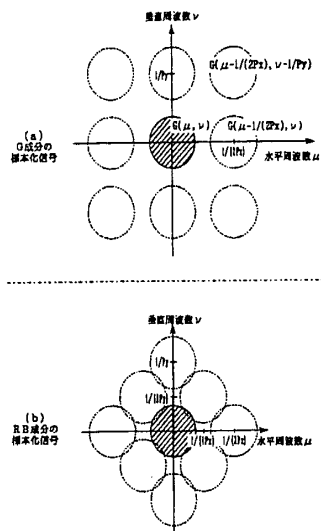
【図5】



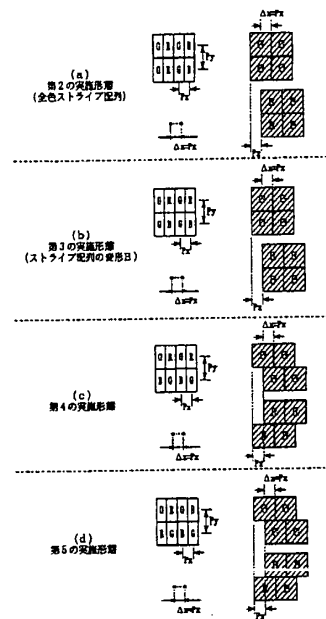
【図10】



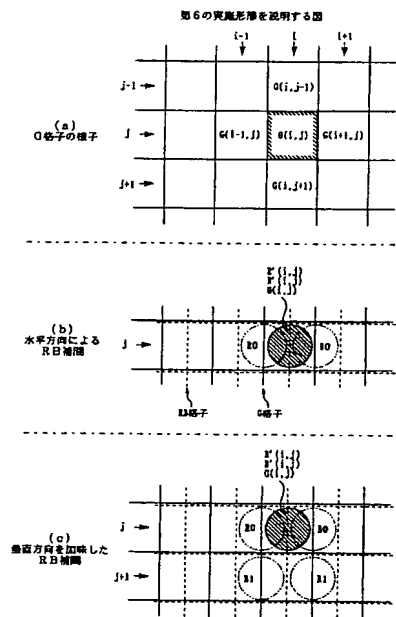
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

